

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-350363

(P2004-350363A)

(43) 公開日 平成16年12月9日(2004. 12. 9)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B60L 11/14	B60L 11/14 ZHV	3G093
B60K 6/04	B60K 6/04 310	5H115
F02D 29/02	B60K 6/04 320	
	B60K 6/04 330	
	B60K 6/04 553	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-142695 (P2003-142695)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成15年5月20日 (2003. 5. 20)		トヨタ自動車株式会社
		(74) 代理人	110000017
			特許業務法人アイテック国際特許事務所
		(72) 発明者	木村 秋広
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	3G093 AA07 BA03 CB07 DA01 DA06 DB05 DB19 EA01 EA09 EC02

最終頁に続く

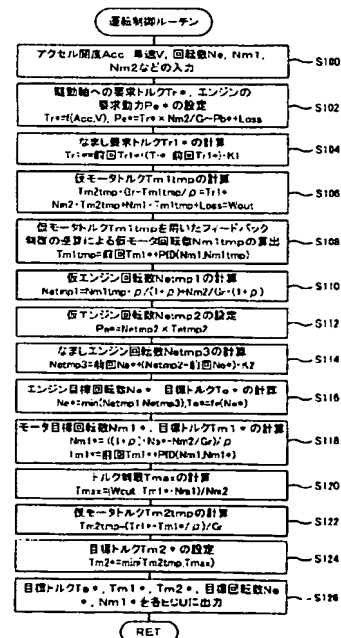
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 アクセルオンの後のオフ時の要求駆動力をバッテリーの放電制限を考慮しながら円滑に駆動軸に出力すると共にエンジンの回転数を円滑に変更する。

【解決手段】 アクセルオンの後のオフ時の要求駆動力を円滑に変更するための制限とバッテリーの放電制限 W_{out} とを両立させるための回転数として仮エンジン回転数 N_{etmp1} を計算すると共に (S110)、エンジンの回転数を円滑に変更するための回転数としてなましエンジン回転数 N_{etmp3} を計算し (S114)、これらのうちの小さい方の回転数をエンジンの目標回転数 N_{e*} として設定して (S116)、エンジンや二つのモータを制御する (S126)。これにより、運転者によるアクセルオンからオフの操作に対してバッテリーの放電制限の範囲内で対応するトルクを円滑に駆動軸に出力でき、同時にエンジンの回転数も円滑に変更できる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動軸に接続された駆動軸に動力を出力可能なハイブリッド車であって、
内燃機関と、
電力と動力の入出力を伴って前記内燃機関からの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に伝達する電力動力入出力手段と、
前記駆動軸に動力を入出力可能な電動機と、
前記電力動力入出力手段および前記電動機と電力のやり取りが可能な蓄電手段と、
アクセルオンされた後のアクセルオフによる駆動力が前記駆動軸に要求されたとき、該要求された駆動力と前記蓄電手段の放電制限とに基づいて該要求された駆動力に応じた駆動力を出力するための前記内燃機関の運転ポイントを設定する運転ポイント設定手段と、
該設定された運転ポイントで前記内燃機関が運転されると共に前記要求された駆動力に対応する駆動力が前記駆動軸に出力されるよう該内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する制御手段と
を備えるハイブリッド車。

10

【請求項 2】

前記運転ポイント設定手段は、前記要求された駆動力になまし処理を施して得られる駆動力と前記蓄電手段の放電制限とから前記内燃機関の回転数として計算される第 1 回転数を前記内燃機関の運転ポイントにおける目標回転数として設定する手段である請求項 1 記載のハイブリッド車。

20

【請求項 3】

前記運転ポイント設定手段は、前記要求された駆動力から計算される前記内燃機関の回転数になまし処理を施して得られる第 2 回転数と前記第 1 回転数とのうち小さな回転数を前記内燃機関の運転ポイントにおける目標回転数として設定する手段である請求項 2 記載のハイブリッド車。

【請求項 4】

前記運転ポイント設定手段は、前記電力動力入出力手段から入出力する動力に基づいて前記駆動軸に伝達される第 1 駆動力と前記電動機から該駆動軸に入出力される第 2 駆動力との和が前記要求された駆動力になまし処理を施して得られる駆動力に等しくなる関係と、前記電力動力入出力手段により入出力される第 1 電力と前記電動機に入出力される第 2 電力との和が前記蓄電手段の放電制限に等しくなる関係とから求められる前記第 1 駆動力に基づいて計算される前記第 1 の回転数を前記運転ポイントにおける目標回転数として設定する手段である請求項 2 または 3 記載のハイブリッド車。

30

【請求項 5】

前記運転ポイント設定手段は、前記内燃機関の目標回転数が設定されたときに前記電力動力入出力手段を該設定された目標回転数を用いてフィードバック制御する際の該電力動力入出力手段から入出力すべき目標動力の関係式に対して前記第 1 の駆動力から計算される前記電力動力入出力手段から入出力する動力を前記目標動力として用いて逆算により得られる前記目標回転数を前記第 1 の回転数として計算する手段である請求項 4 記載のハイブリッド車。

40

【請求項 6】

前記制御手段は、前記設定された運転ポイントで前記内燃機関を運転するために設定される駆動条件で前記電力動力入出力手段を駆動制御し、該駆動制御により前記駆動軸に作用する駆動力と前記要求されたアクセルオフによる駆動力になまし処理を施して得られる駆動力との差分に対応する駆動力が該駆動軸に出力されるよう前記電動機を駆動制御する手段である請求項 2 ないし 5 いずれか記載のハイブリッド車。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記蓄電手段の放電制限の範囲内で前記電動機を駆動制御する手段である請求項 6 記載のハイブリッド車。

【請求項 8】

50

前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸と第3の軸の3軸に接続され該3軸のうちのいずれか2軸に入出力した動力に基づいて残余の軸に動力を入出力する3軸式動力入出力手段と、前記第3の軸に動力を入出力する発電機とを備える請求項1ないし7いずれか記載のハイブリッド車。

【請求項9】

前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸に取り付けられた第1の回転子と前記駆動軸に取り付けられた第2の回転子とを有し該第1の回転子と該第2の回転子との電磁作用による電力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少なくとも一部を該駆動軸に出力する対回転子電動機である請求項1ないし7いずれか記載のハイブリッド車。

【請求項10】

内燃機関と、電力と動力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少なくとも一部を駆動輪に接続された駆動軸に伝達する電力動力入出力手段と、該駆動軸に動力を入出力可能な電動機と、該電力動力入出力手段および該電動機と電力のやり取りが可能な蓄電手段とを備えるハイブリッド車の制御方法であって、

(a) アクセルオンされた後のアクセルオフによる駆動力が前記駆動軸に要求されたとき、該要求された駆動力と前記蓄電手段の放電制限とに基づいて該要求された駆動力に応じた駆動力を出力するための前記内燃機関の運転ポイントを設定し、

(b) 該設定された運転ポイントで前記内燃機関が運転されると共に前記要求された駆動力に対応する駆動力が前記駆動軸に出力されるよう該内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する

ハイブリッド車の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハイブリッド車およびその制御方法に関し、詳しくは、駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能なハイブリッド車およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種のハイブリッド車としては、エンジンと、このエンジンのクランクシャフトにキャリアが接続されると共に車軸に機械的に連結された駆動軸にリングギヤが接続された遊星歯車機構と、遊星歯車機構のサンギヤに動力を入出力する第1モータと、駆動軸に動力を入出力する第2モータと、第1モータおよび第2モータと電力をやり取りするバッテリーとを備えるものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開2000-197208号公報（図1）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

こうしたハイブリッド車では、アクセルペダルがオン操作からオフ操作へ変更されたとき、このオフ操作に対応する要求駆動力になまし処理を施した駆動力が駆動軸に出力されるよう第2モータを回生制御すれば、アクセルペダルのオン操作からオフ操作への変更に対する駆動軸へのトルクのショックを抑えることができる。しかしながら、アクセルペダルのオフ操作に対応する要求駆動力になまし処理を施すと、第2モータは直ぐには回生状態とはならず一時的に駆動状態が維持される場合があるから、第1モータの駆動状態によってはバッテリーの放電制限を超えて放電する場合が考えられる。

【0005】

本発明のハイブリッド車およびその制御方法は、バッテリーなどの蓄電装置の放電制限を考慮しながらアクセルオンされた後のアクセルオフに対応する要求駆動力を駆動軸に円滑に出力することを目的とする。

【0006】

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明のハイブリッド車およびその制御方法は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明のハイブリッド車は、

駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能なハイブリッド車であって、

内燃機関と、

電力と動力の入出力を伴って前記内燃機関からの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に伝達する電力動力入出力手段と、

前記駆動軸に動力を入出力可能な電動機と、

前記電力動力入出力手段および前記電動機と電力のやり取りが可能な蓄電手段と、

アクセルオンされた後のアクセルオフによる駆動力が前記駆動軸に要求されたとき、該要求された駆動力と前記蓄電手段の放電制限とに基づいて該要求された駆動力に応じた駆動力を出力するための前記内燃機関の運転ポイントを設定する運転ポイント設定手段と、

該設定された運転ポイントで前記内燃機関が運転されると共に前記要求された駆動力に対応する駆動力が前記駆動軸に出力されるよう該内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する制御手段と

を備えることを要旨とする。

【0008】

この本発明のハイブリッド車では、アクセルオンされた後のアクセルオフによる駆動力が駆動軸に要求されたとき、この要求された駆動力と蓄電手段の放電制限とに基づいて要求された駆動力に応じた駆動力を出力するための内燃機関の運転ポイントを設定し、この設定した運転ポイントで内燃機関が運転されると共に要求された駆動力に対応する駆動力が駆動軸に出力されるよう内燃機関と内燃機関からの動力の少なくとも一部を駆動軸に出力する電力動力入出力手段と駆動軸に動力を入出力する電動機とを運転制御する。したがって、蓄電手段の放電制限を考慮しつつ要求された駆動力に対応する駆動力を円滑に駆動軸に出力することも可能となる。ここで、「アクセルオンされた後のアクセルオフによる駆動力が駆動軸に要求」とは、正の駆動力が要求された後に負の駆動力が要求されたことを意味する。

【0009】

こうした本発明のハイブリッド車において、前記運転ポイント設定手段は、前記要求された駆動力になまし処理を施して得られる駆動力と前記蓄電手段の放電制限とから前記内燃機関の回転数として計算される第1回転数を前記内燃機関の運転ポイントにおける目標回転数として設定する手段であるものとする。こうすれば、蓄電手段の放電制限を考慮しながら要求された駆動力に対応する駆動力をより円滑に駆動軸に出力することができる。この態様の本発明のハイブリッド車において、前記運転ポイント設定手段は、前記要求された駆動力から計算される前記内燃機関の回転数になまし処理を施して得られる第2回転数と前記第1回転数とのうち小さな回転数を前記内燃機関の運転ポイントにおける目標回転数として設定する手段であるものとする。こうすれば、蓄電手段の放電制限を考慮しながら内燃機関の回転数が滑らかに変更されるように調整することができる。

【0010】

この第1回転数を計算する態様の本発明のハイブリッド車において、記運転ポイント設定手段は、前記電力動力入出力手段から入出力する動力に基づいて前記駆動軸に伝達される第1駆動力と前記電動機から該駆動軸に入出力される第2駆動力との和が前記要求された駆動力になまし処理を施して得られる駆動力に等しくなる関係と、前記電力動力入出力手段により入出力される第1電力と前記電動機に入出力される第2電力との和が前記蓄電手段の放電制限に等しくなる関係とから求められる前記第1駆動力に基づいて計算される前記第1の回転数を前記運転ポイントにおける目標回転数として設定する手段であるものとする。こうすれば、第1回転数を要求された駆動力になまし処理を施して得

10

20

30

40

50

られる駆動力から計算される回転数が蓄電手段の放電制限の範囲内の回転数かのいずれかとして計算することができるから、内燃機関をより適切な運転ポイントで運転制御することができる。この態様の本発明のハイブリッド車において、前記運転ポイント設定手段は、前記内燃機関の目標回転数が設定されたときに前記電力動力入出力手段を該設定された目標回転数を用いてフィードバック制御する際の該電力動力入出力手段から入出力すべき目標動力の関係式に対して前記第1の駆動力から計算される前記電力動力入出力手段から入出力する動力を前記目標動力として用いて逆算により得られる前記目標回転数を前記第1の回転数として計算する手段であるものとすることもできる。

【0011】

また、第1回転数を計算する態様の本発明のハイブリッド車において、前記制御手段は、前記設定された運転ポイントで前記内燃機関を運転するために設定される駆動条件で前記電力動力入出力手段を駆動制御し、該駆動制御により前記駆動軸に作用する駆動力と前記要求されたアクセルオフによる駆動力になまし処理を施して得られる駆動力との差分に対応する駆動力が該駆動軸に出力されるよう前記電動機を駆動制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、要求された駆動力になまし処理を施して得られる駆動力を駆動軸に出力することができる。この態様の本発明のハイブリッド車において、前記制御手段は、前記蓄電手段の放電制限の範囲内で前記電動機を駆動制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、蓄電手段の放電制限の範囲内で要求された駆動力になまし処理を施した駆動力を駆動軸に出力することができる。

【0012】

本発明のハイブリッド車において、前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸と第3の軸の3軸に接続され該3軸のうちのいずれか2軸に入出力した動力に基づいて残余の軸に動力を入出力する3軸式動力入出力手段と、前記第3の軸に動力を入出力する発電機とを備えるものとすることもできるし、前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸に取り付けられた第1の回転子と前記駆動軸に取り付けられた第2の回転子とを有し該第1の回転子と該第2の回転子との電磁作用による電力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少なくとも一部を該駆動軸に出力する対回転子電動機であるものとすることもできる。

【0013】

本発明のハイブリッド車の制御方法は、内燃機関と、電力と動力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少なくとも一部を駆動軸に接続された駆動軸に伝達する電力動力入出力手段と、該駆動軸に動力を入出力可能な電動機と、該電力動力入出力手段および該電動機と電力のやり取りが可能な蓄電手段とを備えるハイブリッド車の制御方法であって、

(a) 前記駆動軸にアクセルオフによる駆動力が要求されたとき、該要求された駆動力と前記蓄電手段の放電制限とに基づいて該要求された駆動力に応じた駆動力を出力するための前記内燃機関の運転ポイントを設定し、

(b) 該設定された運転ポイントで前記内燃機関が運転されると共に前記要求された駆動力に対応する駆動力が前記駆動軸に出力されるよう該内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する

ことを要旨とする。

【0014】

この本発明のハイブリッド車の制御方法によれば、アクセルオンされた後のアクセルオフによる駆動力が駆動軸に要求されたとき、この要求された駆動力と蓄電手段の放電制限とに基づいて要求された駆動力に応じた駆動力を出力するための内燃機関の運転ポイントを設定し、この設定した運転ポイントで内燃機関が運転されると共に要求された駆動力に対応する駆動力が駆動軸に出力されるよう内燃機関と内燃機関からの動力の少なくとも一部を駆動軸に出力する電力動力入出力手段と駆動軸に動力を入出力する電動機とを運転制御するから、蓄電手段の放電制限を考慮しつつ要求された駆動力に対応する駆動力を円滑に駆動軸に出力することも可能となる。ここで、「アクセルオンされた後のアクセルオフに

よる駆動力が駆動軸に要求」とは、正の駆動力が要求された後に負の駆動力が要求されたことを意味する。

【0015】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である動力出力装置を搭載したハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。実施例のハイブリッド自動車20は、図示するように、エンジン22と、エンジン22の出力軸としてのクランクシャフト26にダンパ28を介して接続された3軸式の動力分配統合機構30と、動力分配統合機構30に接続された発電可能なモータMG1と、動力分配統合機構30に接続された駆動軸としてのリングギヤ軸32aに取り付けられた減速ギヤ35と、この減速ギヤ35に接続されたモータMG2と、動力出力装置全体をコントロールするハイブリッド用電子制御ユニット70とを備える。

【0016】

エンジン22は、ガソリンまたは軽油などの炭化水素系の燃料により動力を出力する内燃機関であり、エンジン22の運転状態を検出する各種センサから信号を入力するエンジン用電子制御ユニット（以下、エンジンECUという）24により燃料噴射制御や点火制御、吸入空気量調節制御などの運転制御を受けている。エンジンECU24は、ハイブリッド用電子制御ユニット70と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット70からの制御信号によりエンジン22を運転制御すると共に必要に応じてエンジン22の運転状態に関するデータをハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。

【0017】

動力分配統合機構30は、外歯歯車のサンギヤ31と、このサンギヤ31と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ32と、サンギヤ31に噛合すると共にリングギヤ32に噛合する複数のピニオンギヤ33と、複数のピニオンギヤ33を自転かつ公転自在に保持するキャリア34とを備え、サンギヤ31とリングギヤ32とキャリア34とを回転要素として差動作用を行なう遊星歯車機構として構成されている。動力分配統合機構30は、キャリア34にはエンジン22のクランクシャフト26が、サンギヤ31にはモータMG1が、リングギヤ32にはリングギヤ軸32aを介して減速ギヤ35がそれぞれ連結されており、モータMG1が発電機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力をサンギヤ31側とリングギヤ32側にそのギヤ比に応じて分配し、モータMG1が電動機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力とサンギヤ31から入力されるモータMG1からの動力を統合してリングギヤ32側に出力する。リングギヤ32に出力された動力は、リングギヤ軸32aからギヤ機構60およびデファレンシャルギヤ62を介して、最終的には車両の駆動輪63a、63bに出力される。

【0018】

モータMG1およびモータMG2は、いずれも発電機として駆動することができると共に電動機として駆動できる周知の同期発電電動機として構成されており、インバータ41、42を介してバッテリー50と電力のやりとりを行なう。インバータ41、42とバッテリー50とを接続する電力ライン54は、各インバータ41、42が共用する正極母線および負極母線として構成されており、モータMG1、MG2のいずれかで発電される電力を他のモータで消費することができるようになっている。したがって、バッテリー50は、モータMG1、MG2のいずれかから生じた電力や不足する電力により充放電されることになる。なお、モータMG1、MG2により電力収支のバランスをとるものとすれば、バッテリー50は充放電されない。モータMG1、MG2は、いずれもモータ用電子制御ユニット（以下、モータECUという）40により駆動制御されている。モータECU40には、モータMG1、MG2を駆動制御するために必要な信号、例えばモータMG1、MG2の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ43、44からの信号や図示しない電流センサにより検出されるモータMG1、MG2に印加される相電流などが入力されており、モータECU40からは、インバータ41、42へのスイッチング制御信号が出力され

10

20

30

40

50

ている。モータECU40は、ハイブリッド用電子制御ユニット70と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット70からの制御信号によってモータMG1、MG2を駆動制御すると共に必要に応じてモータMG1、MG2の運転状態に関するデータをハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。

【0019】

バッテリー50は、バッテリー用電子制御ユニット（以下、バッテリーECUという）52によって管理されている。バッテリーECU52には、バッテリー50を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー50の端子間に設置された図示しない電圧センサからの端子間電圧、バッテリー50の出力端子に接続された電力ライン54に取り付けられた図示しない電流センサからの充放電電流、バッテリー50に取り付けられた温度センサ51からの電池温度T_bなどが入力されており、必要に応じてバッテリー50の状態に関するデータを通信によりハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。このバッテリーECU52では、バッテリー50を管理するために電流センサにより検出された充放電電流の積算値に基づいて残容量（SOC）を演算している。

【0020】

ハイブリッド用電子制御ユニット70は、CPU72を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU72の他に処理プログラムを記憶するROM74と、データを一時的に記憶するRAM76と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートとを備える。ハイブリッド用電子制御ユニット70には、イグニッションスイッチ80からのイグニッション信号、シフトレバー81の操作位置を検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジションSP、アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Acc、ブレーキペダル85の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキペダルポジションBP、車速センサ88からの車速Vなどが入力ポートを介して入力されている。ハイブリッド用電子制御ユニット70は、前述したように、エンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52と通信ポートを介して接続されており、エンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52と各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。

【0021】

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20は、運転者によるアクセルペダル83の踏み込み量に対応するアクセル開度Accと車速Vとに基づいて駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力すべき要求トルクを計算し、この要求トルクに対応する要求動力がリングギヤ軸32aに出力されるように、エンジン22とモータMG1とモータMG2とが運転制御される。エンジン22とモータMG1とモータMG2の運転制御としては、要求動力に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にエンジン22から出力される動力のすべてが動力分配統合機構30とモータMG1とモータMG2とによってトルク変換されてリングギヤ軸32aに出力されるようモータMG1およびモータMG2を駆動制御するトルク変換運転モードや要求動力とバッテリー50の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にバッテリー50の充放電を伴ってエンジン22から出力される動力の全部またはその一部が動力分配統合機構30とモータMG1とモータMG2とによるトルク変換を伴って要求動力がリングギヤ軸32aに出力されるようモータMG1およびモータMG2を駆動制御する充放電運転モード、エンジン22の運転を停止してモータMG2からの要求動力に見合う動力をリングギヤ軸32aに出力するよう運転制御するモータ運転モードなどがある。

【0022】

次に、こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20の動作、特に運転者がアクセルペダル83を踏み込んでハイブリッド自動車20を走行させているときにアクセルペダル83を離れたときの動作について説明する。図2は、実施例のハイブリッド自動車20のハイブリッド用電子制御ユニット70により実行される運転制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、運転者が踏み込んでいたアクセルペダル83を

10

20

30

40

50

離れたときから所定時間毎（例えば、8 m s e c 毎）に繰り返して実行される。なお、踏み込んでいたアクセルペダル 8 3 を離れたときの判定は、例えば、前回と今回のアクセル開度 A c c に基づいて行なうことができる。

【0023】

運転制御ルーチンが実行されると、ハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 の C P U 7 2 は、まず、アクセルペダル 8 3 からのアクセル開度 A c c や車速センサ 8 8 からの車速 V、エンジン 2 2 のクランクシャフト 2 6 の回転数 N e、モータ M G 1 およびモータ M G 2 の回転数 N m 1、N m 2 など制御に必要なデータを入力する処理を行なう（ステップ S 1 0 0）。ここで、モータ M G 1、M G 2 の回転数 N m 1、N m 2 は、回転位置検出センサ 4 3、4 4 により検出されるモータ M G 1、M G 2 の回転子の回転位置に基づいて計算されたものをモータ E C U 4 0 から通信により入力するものとした。また、エンジン 2 2 の回転数 N e は、モータ M G 1 の回転数 N m 1 と、モータ M G 2 の回転数 N m 2 を減速ギヤ 3 5 のギヤ比 G r（モータ M G 2 の回転数 / リングギヤ軸 3 2 a の回転数）で割って得られるリングギヤ軸 3 2 a の回転数 N r と、動力分配統合機構 3 0 のギヤ比 ρ（サンギヤ歯数 / リングギヤ歯数）とに基づいて計算されたものを入力するものとした。勿論、エンジン 2 2 のクランクシャフト 2 6 に回転数センサを取り付けて、直接検出されたものを用いるものとしても構わない。

【0024】

続いて、アクセル開度 A c c と車速 V とに基づいて駆動軸としてのリングギヤ軸 3 2 a に要求される要求トルク T r * を設定すると共にエンジン 2 2 が出力すべき目標動力 P e * を設定する（ステップ S 1 0 2）。要求トルク T r * の設定は、実施例では、アクセル開度 A c c と車速 V と要求トルク T r * との関係を予め求めて要求トルク設定用マップとして R O M 7 4 に記憶しておき、アクセル開度 A c c と車速 V とが与えられると、要求トルク設定用マップから対応する要求トルク T r * を導出して設定するものとした。図 3 に要求トルク設定用マップの一例を示す。エンジン 2 2 の目標動力 P e * の設定は、実施例では、設定した要求トルク T r * にリングギヤ軸 3 2 a の回転数 N r を乗じたものにバッテリー 5 0 の残容量 S O C に応じて設定されるバッテリー 5 0 の充放電要求量 P b * とロスとを加算したものをエンジン 2 2 の目標動力 P e * として設定するものとした。

【0025】

そして、設定されたリングギヤ軸 3 2 a への要求トルク T r * に対して次式（1）を用いてなまし処理を施したなまし要求トルク T r 1 * を計算する（ステップ S 1 0 4）。ここで、式（1）中、「K 1」は定数であり、リングギヤ軸 3 2 a に作用するトルクを円滑に変更するために値 0 ～値 1 の範囲内で設定されている。また、「前回 T r 1 *」は前回の運転制御ルーチンのステップ S 1 0 4 で設定されたなまし要求トルクである。

【0026】

$$T r 1 * = \text{前回 } T r 1 * + (T r * - \text{前回 } T r 1 *) \cdot K 1 \quad (1)$$

【0027】

なまし要求トルク T r 1 * が計算されると、計算したなまし要求トルク T r 1 * やバッテリー 5 0 の放電制限 W o u t を用いて次式（2）および式（3）からモータ M G 1 の仮モータトルク T m 1 t m p を計算する（ステップ S 1 0 6）。ここで、式（2）はモータ M G 1 やモータ M G 2 により駆動軸としてのリングギヤ軸 3 2 a に出力されるトルクの総和がなまし要求トルク T r 1 * に等しくなる関係であり、式（3）はモータ M G 1 とモータ M G 2 とにより入出力される電力の総和にロスを加えたものがバッテリー 5 0 の放電制限 W o u t に等しくなる関係である。なお、バッテリー 5 0 の放電制限 W o u t は、バッテリー 5 0 の温度 T b や残容量 S O C などから求めることができる。図 4 に動力分配統合機構 3 0 の回転要素を力学的に説明するための共線図を示す。図中、R 上の 2 つの太線矢印は、エンジン 2 2 を目標トルク T e * および目標回転数 N e * の運転ポイントで定常運転しているときにエンジン 2 2 から出力されるトルク T e * がリングギヤ軸 3 2 a に伝達されるトルクと、モータ M G 2 から出力されるトルクが減速ギヤ 3 5 を介してリングギヤ軸 3 2 a に作用するトルクとを示す。したがって、式（2）の左辺はモータ M G 2 からトルク T m 2

t m p を出力したときに減速ギヤ 3 5 を介してリングギヤ軸 3 2 a に伝達されるトルクとモータ M G 1 からトルク T m 1 t m p を出力したときにエンジン 2 2 からリングギヤ軸 3 2 a に伝達されるトルクとの和のトルクとなることが解る。

【 0 0 2 8 】

$$T m 2 t m p \cdot G r - T m 1 t m p / \rho = T r 1 * \quad (2)$$

$$N m 2 \cdot T m 2 t m p + N m 1 \cdot T m 1 t m p + L o s s = W o u t \quad (3)$$

【 0 0 2 9 】

そして、目標回転数 N m 1 * が設定されたときにモータ M G 1 を目標回転数 N m 1 * と現在の回転数 N m 1 との偏差に基づいてモータ M G 1 を目標回転数 N m 1 * で回転させるためのフィードバック制御におけるモータ M G 1 から出力すべきトルク（目標トルク T m 1 *）を求めるための次式（4）に示す関係式を、目標トルク T m 1 * に代えて仮モータトルク T m 1 t m p を用いて逆算することにより仮モータ回転数 N m 1 t m p を計算する（ステップ S 1 0 8）。仮モータトルク T m 1 t m p と仮モータ回転数 N m 1 t m p とを用いた関係式を式（5）として示す。ここで、式（4）および式（5）中の関数 P I D はフィードバック制御における比例項や積分項あるいは微分項によって構成されている。また、「前回 T m 1 *」は前回の運転制御ルーチンで後述するステップ S 1 1 8 で設定されたモータ M G 1 の目標トルクである。

【 0 0 3 0 】

$$T m 1 * = \text{前回 } T m 1 * + P I D (N m 1, N m 1 *) \quad (4)$$

$$T m 1 t m p = \text{前回 } T m 1 * + P I D (N m 1, N m 1 t m p) \quad (5)$$

【 0 0 3 1 】

こうして仮モータ回転数 N m 1 t m p を計算すると、計算した仮モータ回転数 N m 1 t m p と現在のリングギヤ軸 3 2 a の回転数 N r (N m 2 / G r) と動力分配統合機構 3 0 のギヤ比 ρ を用いて次式（6）により仮エンジン回転数 N e t m p 1 を計算する（ステップ S 1 1 0）。こうしたステップ S 1 0 4 ~ S 1 1 0 の処理は、要求トルク T r * に対して駆動軸としてのリングギヤ軸 3 2 a に作用させるトルクを円滑に変更するための制限（ステップ S 1 0 4 での要求トルク T r 1 * に対するなまし処理が相当）とバッテリー 5 0 の放電制限 W o u t とを両立させるエンジン 2 2 の回転数として仮エンジン回転数 N e t m p 1 を計算する処理といえる。

【 0 0 3 2 】

$$N e t m p 1 = N m 1 t m p \cdot \rho / (1 + \rho) + (N m 2 / G r) / (1 + \rho) \quad (6)$$

【 0 0 3 3 】

次に、ステップ S 1 0 2 で設定されたエンジン 2 2 の目標動力 P e * を出力可能なエンジン 2 2 の運転ポイント（トルクと回転数とから定まるポイント）のうち例えばエンジン 2 2 を効率よく運転できる運転ポイントにおける回転数を仮エンジン回転数 N e t m p 2 として設定し（ステップ S 1 1 2）、設定された仮エンジン回転数 N e t m p 2 に対して次式（7）を用いてなまし処理を施したなましエンジン回転数 N e t m p 3 を計算する（ステップ S 1 1 4）。式（7）中、「K 2」は、定数であり、エンジン 2 2 の回転数を円滑に変更するため値 0 ~ 値 1 の範囲で設定されている。また、「前回 N e *」は、前回の運転制御ルーチンにおいて後述するステップ S 1 1 6 で設定されたエンジン 2 2 の目標回転数 N e * である。

【 0 0 3 4 】

$$N m t m p 3 = \text{前回 } N e * + (N e t m p 2 - \text{前回 } N e *) \cdot K 2 \quad (7)$$

【 0 0 3 5 】

そして、ステップ S 1 1 0 で計算された仮エンジン回転数 N e t m p 1 とステップ S 1 1 4 で計算されたなましエンジン回転数 N e t m p 3 とのうち小さい方の回転数をエンジン 2 2 の目標回転数 N e * として設定すると共にステップ S 1 0 2 で設定された要求動力 P e * を設定した目標回転数 N e * で割ってエンジン 2 2 の目標トルク T e * を計算する（ステップ S 1 1 6）。仮エンジン回転数 N e t m p 1 となましエンジン回転数 N e t m p

10

20

30

40

50

3は、前述したように、それぞれ要求トルク T_r^* に対してリングギヤ軸32aに作用させるトルクの円滑な変更とバッテリー50の放電制限 W_{out} とを両立するための回転数と、エンジン22の回転数を円滑に変更するための回転数とに相当するから、そのうちの小さい方の回転数をエンジン22の目標回転数 N_e^* として設定することによりバッテリー50の放電制限 W_{out} の範囲内で駆動軸へ作用するトルクの変更を円滑にしながら比較的円滑にエンジン22の回転数を変更することができる。

【0036】

エンジン22の目標回転数 N_e^* が設定されると、設定したエンジン22の目標回転数 N_e^* とリングギヤ軸32aの回転数 N_m2 (N_m2/G_r)と動力分配統合機構30のギヤ比 ρ とを用いて次式(8)によりモータMG1の目標回転数 N_{m1}^* を計算すると共に計算した目標回転数 N_{m1}^* を用いて上述の式(4)によりモータMG1の目標トルク T_{m1}^* を計算する(ステップS118)。

10

【0037】

$$N_{m1}^* = N_e^* \cdot (1 + \rho) / \rho - (N_{m2} / G_r) / \rho \quad (8)$$

【0038】

その後、バッテリー50の放電制限 W_{out} と、計算したモータMG1の目標トルク T_{m1}^* に現在のモータMG1の回転数 N_{m1} を乗じて得られるモータMG1の消費電力(発電電力)との偏差をモータMG2の回転数 N_{m2} で割ることによりモータMG2から出力してもよいトルクの上限としてのトルク制限 T_{max} を次式(9)により計算すると共に(ステップS120)、ステップS104でリングギヤ軸32aへの要求トルク T_r^* にな

20

【0039】

$$T_{max} = (W_{out} - T_{m1}^* \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad (9)$$

30

$$T_{m2tmp} = (T_{r1}^* + T_{m1}^* / \rho) / G_r \quad (10)$$

【0040】

こうしてエンジン22の目標回転数 N_e^* および目標トルク T_e^* やモータMG1の目標回転数 N_{m1}^* および目標トルク T_{m1}^* 、モータMG2の目標トルク T_{m2}^* を設定すると、エンジン22の目標回転数 N_e^* および目標トルク T_e^* についてはエンジンECU24に、モータMG1の目標回転数 N_{m1}^* および目標トルク T_{m1}^* とモータMG2の目標トルク T_{m2}^* についてはモータECU40に出力して(ステップS126)、本ルーチンを終了する。これにより、目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* を受け取ったエンジンECU24は、エンジン22が目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* で運転されるようにエンジン22における燃料噴射制御や点火制御などの制御を行なう。また、目標回転数 N_{m1}^* および目標トルク T_{m1}^* と目標トルク T_{m2}^* を受け取ったモータECU40は、目標トルク T_{m1}^* でモータMG1が運転されると共に目標トルク T_{m2}^* でモータMG2が運転されるようにインバータ41、42のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

40

【0041】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20によれば、踏み込まれていたアクセルペダル83が離されて要求トルク T_r^* が正から負へ変更されたときに、この要求トルク T_r^* に対してリングギヤ軸32aに作用させるトルクの円滑な変更とバッテリー50の放電制限 W_{out} とを両立させるための回転数(仮エンジン回転数 N_{etmp1})と、エンジン

50

22の回転数 N_e を円滑に変更するための回転数（仮エンジン回転数 N_{etmp3} ）のうち小さい方の回転数をエンジン22の目標回転数 N_e^* として設定してエンジン22やモータMG1、MG2を制御するから、運転者により踏み込まれていたアクセルペダル83を離す動作に対してバッテリー50の放電制限 W_{out} の範囲内でリングギヤ軸32aへ作用するトルクを円滑に変更しながらエンジン22の回転数を比較的円滑に変更することができる。

【0042】

実施例のハイブリッド自動車20では、仮エンジン回転数 N_{etmp1} となましエンジン回転数 N_{etmp3} のうち小さい方の回転数をエンジン22の目標回転数 N_e^* として設定してエンジン22やモータMG1、MG2を制御するものとしたが、運転者によりアクセルペダル83がオン操作からオフ操作されたときに、エンジン22の回転数 N_e の円滑な変更よりも要求トルク T_r^* への対応に重点をおくものとするれば、要求トルク T_r^* に対してリングギヤ軸32aに作用させるトルクの円滑な変更とバッテリー50の放電制限 W_{out} とを両立させるための回転数をエンジン22の目標回転数 N_e^* として設定してエンジン22やモータMG1、MG2を制御するものとしてもよい。

10

【0043】

実施例のハイブリッド自動車20では、仮エンジン回転数 N_{etmp1} を計算する過程でPID制御によるフィードバック制御の関係式に仮モータトルク T_{m1tmp} を用いて逆算することにより仮モータ回転数 N_{m1tmp} を計算するものとしたが、フィードバック制御はPID制御に限定されるものではなく、例えば、微分項のないPI制御によるフィードバック制御としてもよく、さらに積分項のない比例制御によるフィードバック制御としてもよい。

20

【0044】

実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG2の動力を減速ギヤ35により変速してリングギヤ軸32aに出力するものとしたが、図5の変形例のハイブリッド自動車120に例示するように、モータMG2の動力をリングギヤ軸32aが接続された車軸（駆動輪63a、63bが接続された車軸）とは異なる車軸（図5における車輪64a、64bに接続された車軸）に接続するものとしてもよい。

【0045】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22の動力を動力分配統合機構30を介して駆動輪63a、63bに接続された駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力するものとしたが、図6の変形例のハイブリッド自動車220に例示するように、エンジン22のクランクシャフト26に接続されたインナーロータ232と駆動輪63a、63bに動力を出力する駆動軸に接続されたアウターロータ234とを有し、エンジン22の動力の一部を駆動軸に伝達すると共に残余の動力を電力に変換する対ロータ電動機230を備えるものとしてもよい。

30

【0046】

以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。

【図2】実施例のハイブリッド自動車20のハイブリッド用電子制御ユニット70により実行される運転制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図3】アクセル開度 A_{cc} と車速 V と要求トルク T_r^* との関係を示すマップである。

【図4】動力分配統合機構30の回転要素を力学的に説明するための共線図である。

【図5】変形例のハイブリッド自動車120の構成の概略を示す構成図である。

【図6】変形例のハイブリッド自動車220の構成の概略を示す構成図である。

【符号の説明】

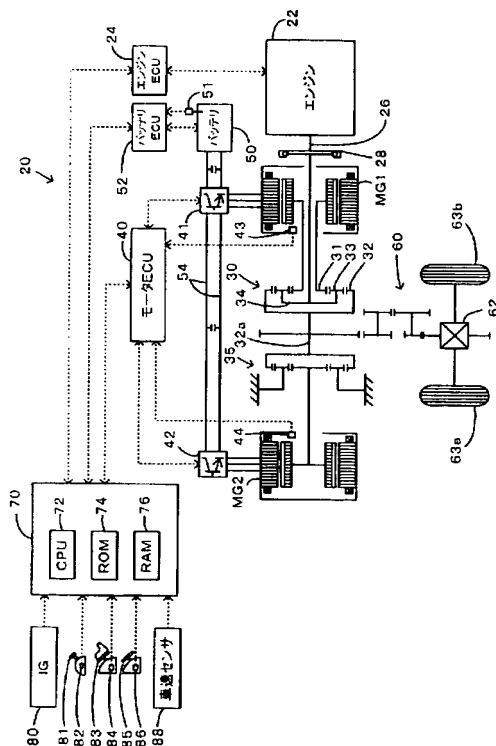
20、120、220 ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン用電子制

50

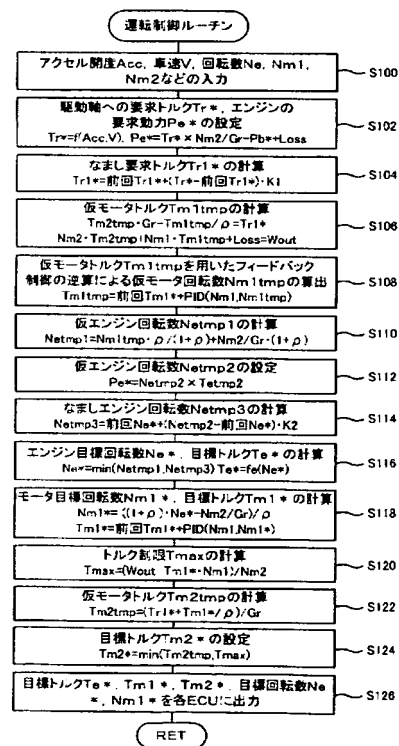
御ユニット（エンジンECU）、26 クランクシャフト、28 ダンパ、30 動力分配統合機構、31 サンギヤ、32 リングギヤ、32a リングギヤ軸、33 ピニオンギヤ、34 キャリア、35、135 減速ギヤ、40 モータ用電子制御ユニット（モータECU）、41、42 インバータ、43、44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、51 温度センサ、52 バッテリ用電子制御ユニット（バッテリECU）、54 電力ライン、60 ギヤ機構、62 デファレンシャルギヤ、63a、63b、64a、64b 駆動輪、70 ハイブリッド用電子制御ユニット、72 CPU、74 ROM、76 RAM、80 イグニッションスイッチ、81 シフトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジションセンサ、88 車速センサ、230 対ロータ電動機、232 インナーロータ、234 アウターロータ、MG1、MG2 モータ。

10

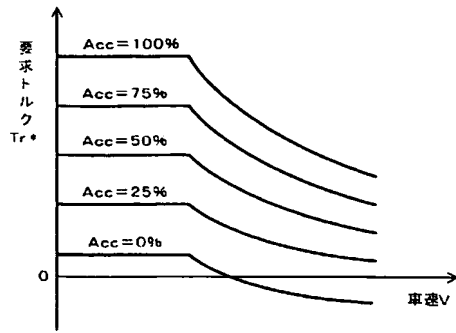
【図1】



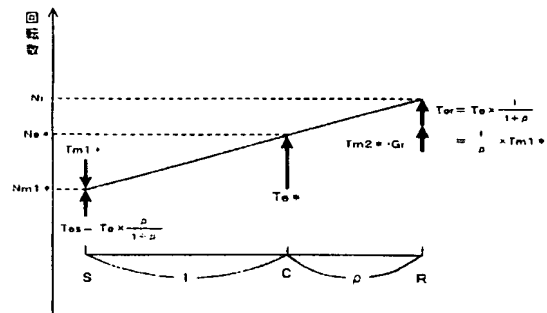
【図2】



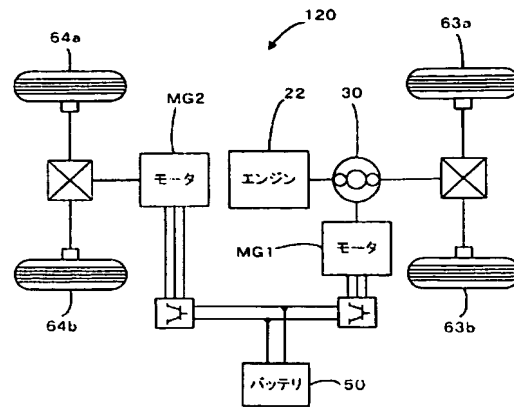
【図 3】



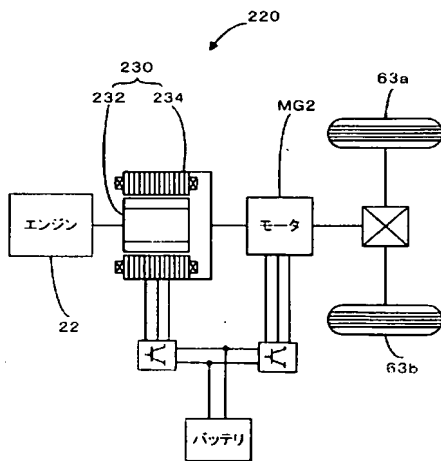
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き(51) Int. Cl. ⁷

F I

テーマコード (参考)

B 6 0 K 6/04 5 5 5

B 6 0 K 6/04 7 1 0

F 0 2 D 29/02 D

F ターム (参考) 5H115 PA01 PC06 PG04 PI16 PI24 PI29 P002 P006 P009 PU10
PU11 PU24 PU28 PV10 PV23 QN03 QN23 RB11 RB21 RE02
RE03 RE05 RE06 RE12 RE20 SE04 SE05 SE06 SE08 SE09
SF30 TB01 TI02 TI05 TI06 TI10 TO12 TO21 TO23 TO30